

VLASTNOSTI PELIET AKO ALTERNATÍVNEHO BIOPALIVA VYUŽÍVANÉHO V DOMÁCNOSTIACH

Jozef HORVÁTH - Karol BALOG - Siegfried HIRLE

CHARACTERISTIC OF PELLETS AS ALTERNATIVE BIOFUEL USE IN HOUSEHOLD

ABSTRAKT

Z dôvodu neustáleho rastu cien energií sa do popredia dostávajú alternatívne zdroje energie. Využívanie niektorých alternatívnych zdrojov energií je podmienené lokalitou umiestnenia a vstupné náklady na obstaranie sú veľmi vysoké. Pelety sa stali obľúbeným alternatívnym zdrojom energie na vykurovanie domácností, prípravu teplej vody, ale aj ako náhrada fosílnych palív v priemyselných objektoch. Charakteristickým znakom je vysoká výhrevnosť, dobrá skladovateľnosť a možnosť využívať automatické pece na pelety, ktoré si nevyžadujú každodennú obsluhu. Na Slovensku sa nachádzajú firmy, ktoré sa špecializujú na výrobu peliet, využívajú suchú biomasu ako odpadový materiál z drevospracujúceho priemyslu, z agropriemyslu, ale aj ťažko využiteľné materiály. Pri výrobe sa dodržiavajú európske normy a štandardy v ktorých sa vysoký dôraz kladie na vlastnosti peletiek, ktoré môžu ovplyvňovať skladovanie, manipuláciu pri umiestňovaní do zásobníkov a taktiež aj spaľovacie procesy. Biomasa, ktorá bola použitá na prípravu peliet priamo vplyva na ich vlastnosti, preto sa jednotlivé druhy peliet testujú. Výsledky sú porovnávané s predpísanými hodnotami, aby jednotlivé vlastnosti boli v súlade s požiadavkami a bola zaistená bezpečná manipulácia a prevádzka zariadení.

Kľúčové slová – biomasa, alternatívne palivo, obnoviteľné zdroje, vlastnosti peliet,

ABSTRACT

Due to continued of growth energy prices to the fore alternative energy sources. The use of some alternative energy sources is conditional on site the location and input costs for the acquisition are very high. The pellets have become a popular alternative source of energy for home heating, for prepare hot water as well as substitute of fossil fuels in the industrial buildings. A characteristic feature of pellets is high calorific value, good storability and the possibility to use automatic pellet furnaces that do not every day operation. Companies in Slovakia are specializing a production of pellets, using a dry biomass as waste materials from wood processing industry, agro-industry but also from hard useable materials. During production adhere to European standards and standards which place a high priority on the properties of pellets, which may affect the storage handling when placing into trays and also combustion processes. Biomass, which was used to prepare the pellets directly affects their properties, because the different types of pellets tested and the results are compared with the prescribed values of the individual features in accordance with the requirements and ensure the safe handling and operation of equipment.

Keywords – biomass, alternative fuel, renewable sources, properties of pellets, standards

ÚVOD

Palivo v 21. storočí musí okrem energetických a ekonomických kritérií spĺňať aj environmentálne kritériá. Samozrejmosťou požiadavkou je vysoký komfort pri skladovaní, nakladaní s palivom a bezpečnosti pri jeho spaľovaní. Tuhé ušľachtilé biopalivá uvádzané na trh v Slovenskej republike musia spĺňať požiadavky príslušných technických noriem, všeobecne záväzných predpisov v oblasti ochrany zdravia ľudí, bezpečnosti, ochrany spotrebiteľa, v oblasti chemických látok a chemických prípravkov na trhu a v oblasti právnych predpisov týkajúcich sa ochrany a starostlivosti o životné prostredie, vzťahujúce sa na produkt, jeho výrobu, používanie a zneškodnenie. Biomasa v SR má najväčší technický potenciál, ktorý predstavuje 20,4% z ročnej spotreby energie SR. Má veľkú perspektívu pri výrobe tepla pre vykurovanie najmä v centrálnych vykurovacích systémoch vo forme drevných štiepok a slamy a v domácnostiach vo forme peliet a brikiet. Veľmi pozitívny je vplyv v biomasy na životné prostredie. Ten sa na jednej strane prejavuje v tom, že biomasa je CO₂ neutrálna, a teda nevyvoláva klimatické zmeny, na strane druhej energetickým zhodnocovaním organického odpadu sa nezvyšuje zaplňovanie skládok. To vo veľkej miere značí, že užívanie peliet ako vykurovacieho materiálu je environmentálne priateľské riešenie [11].

CHARACTERISTIKA PELIET

Pelety sú relatívne novou formou dreveného paliva, ktoré umožnilo kotlom spaľujúcim biomasu ich čiastočnú alebo úplne automatickú prevádzku. Peleta je granula kruhového prierezu s priemerom okolo 6 - 8 mm a s dĺžkou 10 – 30 mm s relatívne nízkou vlhkosťou menej ako 12%. Pelety sú vyrobené výhradne z odpadového materiálu, ako sú piliny alebo hobliny bez akýchkoľvek chemických prísad. Lisovaním pod vysokým tlakom sa dosahuje vysoká hustota paliva. Taktiež je ich možné definovať ako kúsok tuhého alternatívneho paliva vyrobeného aglomeráciou sypkého materiálu v lisovacej forme, v disku alebo v bubne[1].



Obr. 1 Vybrané vzorky pelet.

Na výrobu pelet sa využíva vo väčšine drevená hmota vo forme pilín s minimom drevného prachu, ktorý zhoršuje pevnosť pelet. Obsah vody by sa mal pohybovať okolo 10%, piliny ktoré majú vyšší obsah vody sa musia vysušiť. Využívajú sa sušiarne v horúcom vzduchu okolo 160°C, pri tejto teplote nedochádza k strate horľavých prchavých látok ale len k odstráneniu prebytočnej vody. Proces výroby pelet je lisovanie tkz. peletizácia [1].

Pelety rozdeľujeme na :

- Drevené – vyrábajú sa lisovaním suchej drevenej hmoty – pilín, kôry a drevenej štiepky delia sa na:
 - Biele – vyrábajú sa z čistej drevenej hmoty predovšetkým pilín.
 - Tmavé – vyrábajú sa z pilín zmiešaných s kôrou[8].
- Alternatívne – vyrábajú sa lisovaním rastlín a ich častí delia sa na:
 - Agropelety – vyrábajú sa lisovaním poľnohospodárskych komodít – energetických rastlín, repkovej slamy, obilnej slamy, odpadu po čistení obilnín a olejovín, sena a pod. medzi peletky zaraďujeme aj výlisky vznikajúce pri lisovaní repkového a slnečnicového oleja.
 - Ostatné – vyrába sa zlisovaním rôznych inak ťažko využiteľných materiálov (napr. z dreveného starého papiera, uholného prachu atď.) tieto materiály sa pridávajú do poľnohospodárskych komodít[8].

Do výroby neprichádzajú suroviny v optimálnom stave, ale ako piliny, hobliny a kusy dreva. Pred peletizáciou ich treba homogenizovať. Homogenizácia prebieha vo väčšine na vysoko výkonnom kladivkovom drviči, v niektorých prípadoch sa drvič vynechá a nahradí sa triedičom. Pri pretláčaní materiálu vzniká značné teplo, ktoré zmäkčuje a uvoľňuje v surovine lignín[1].

ZÁKLADNÉ POŽIADAVKY

Tuhé ušľachtilé biopalivá uvádzané na trh v Slovenskej republike musia spĺňať požiadavky príslušných technických noriem, všeobecne záväzných predpisov v oblasti ochrany zdravia ľudí, bezpečnosti, ochrany spotrebiteľa, v oblasti uvádzania chemických látok a chemických zmesí na trh a v oblasti právnych predpisov týkajúcich sa ochrany a starostlivosti o životné prostredie, vzťahujúce sa na produkt, jeho výrobu, používanie a zneškodnenie [11].

V produktoch môžu byť použité iba aditíva (lisovacia prísada) pochádzajúce z poľnohospodárskej a lesnej biomasy, ktorá nie je chemicky modifikovaná. Chemicky nemodifikované produkty z poľnohospodárskej a lesnej biomasy napr. (celozrnná kukuričná múka, kukuričný škrob a ražná múka) môžu byť zmiešané so základným materiálom pre uľahčenie priebehu lisovania a tie na zlepšenie energetickej bilancie a zvýšenie odolnosti voči oteru [11].

Biopalivá sa ďalej delia podľa tried :

- **A1** – prírodné drevo a chemicky neošetrené zbytky s nízkym obsahom popola, dusíka a chlóru;
- **A2** – palivo s vyšším obsahom popola, dusíka a chlóru;
- **B** – povolené chemicky ošetrené drevo z vedľajších produktov a odpadov a použité drevo[7].

Tab. 1 Druhy dreva používané na výrobu peletiek podľa noriem [2].

Normy	EN plus – A1	EN plus – A2	EN - B
Druhy dreveného porastu	Biomasa na báze bylín, rastliny majú drevenú stonku	Celé stromy bez koreňov	Mladé lesné porasty, plantážové dreviny
		Biomasa na báze bylín, rastliny majú drevenú stonku	Chemicky neošetrené zvyšky dreva z drevo priemyslu
	Chemicky neošetrené zvyšky dreva z drevo priemyslu	Zvyšky z ťažby stromov	Chemicky ošetrené drevo pochádzajúce z demolácie stavieb a iných drevených konštrukcií
		Chemicky neošetrené zvyšky dreva z drevo priemyslu	

Porovnanie zahraničných noriem na výrobu peliet

Normy zaoberajúce sa peletkami v Európe sú:

- Európska norma EN 14961;
- Talianska norma CTI;
- Švédská norma SS 187120;
- Nemecká norma DIN 51731 a DIN plus;
- Rakúska norma ÖNORM M 7135 [7].

Tab. 2 Porovnanie noriem EN plus – A1, EN plus – A2 a EN - B[2].

Ukazovateľ	Jednotka	EN plus – A1	EN plus – A2	EN-B	Normy na testovanie
Priemer pelety	mm	6 až 8			EN 161 27
Dĺžka pellety	mm	$3,15 \leq L \leq 40$			EN 161 27
Sypaná hmotnosť	Kg/dm ³	≥ 600			EN 15103
Obsah vody	% (m/m)	$\leq 10,0$			EN 14774-1
Obsah popola	% (m/m)	$\leq 0,7$	$\leq 1,5$	$\leq 3,0$	EN 14775 (550°C)
Výhrevnosť	MJ/kg	$16,5 \leq Q \leq 19$	$16,3 \leq Q \leq 19$	$16,0 \leq Q \leq 19$	EN 14918
Obsah síry	% (m/m)	$\leq 0,03$		$\leq 0,004$	EN 15289
Obsah dusíka	% (m/m)	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$	EN 15210-1
Obsah chlóru	% (m/m)	$\leq 0,02$		$\leq 0,03$	EN 15289
Mechanická odolnosť	% (m/m)	$\geq 97,5$		$\geq 96,5$	$\leq 2,3$
Správanie sa popola pri tavení	°C	≤ 1200	≥ 1100		EN 15370
Jemné častice (Fines) (< 3,15 mm)	% (m/m)	< 1			EN 15210-1

Jednotlivé normy sa medzi sebou odlišujú podľa použitej suroviny pri výrobe peletiek a tiež skúšobnými postupmi. Nemecké a Rakúske normy sa týkajú predovšetkým drevených peletiek, v českej norme nájdeme aj špecifikáciu pre rastlinné, kôrové a iné druhy peliet. Norma ČSN P CEN/TS 14961 Tuhé biopalivá – Špecifikácia a triedy palív z roku 2005 uvádzajú vlastnosti tuhých biopalív: brikety, peletky, olivové výlisky drevená štiepka, drvené drevené palivo, piliny, kôra, balíková slama. Vlastnosti sú rozdelené na normatívne a informatívne [4].

Delenie fyzikálno-chemických vlastností biopalív:

- Normatívne – musia sa stanoviť vždy (napr. pôvod, priemer a dĺžka, voda, popol, mechanická odolnosť, jemné častice, prísady, výhrevnosť, sypaná hmotnosť, N, S, Cl, As, Cd, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn).
- Informatívne – doporučujú stanoviť (napr. tavitelnosť popola – doporučené všetky 4 charakteristiky teploty popola (DT, SST, HT, FT) [7].

Tuhé palivá sú podľa EN 14961 podľa pôvodu:

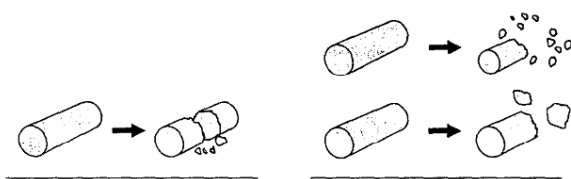
- biomasa na báze dreva – zo stromov, kerov;
- biomasa na báze bylín – rastliny ktoré majú drevenú stonku a ktoré odumierajú na konci vegetačného obdobia;
- biomasa z plodov – semena časti rastlín obsahujúce semena;
- zmesi – samovoľne vzniknuté a zámerne pripravené [7].

MECHANICKO-FYZIKÁLNE VLASTNOSTI PELETIEK

MECHANICKÁ ODOLNOSŤ

Mechanická odolnosť je podľa CEN definovaná ako schopnosť zhusteného paliva zostať nepoškodená, odolávať abrázii (oteru, oderu), nárazom v priebehu manipulácie a prepravy. Mechanická odolnosť sa stanovuje podľa normy STNP CEN/TS 15639. Vzorky sa otáčajú v bubne kde narážajú na lopatku, kde dochádza k mechanickému poškodeniu.

Vysoká hodnota mechanickej odolnosti, resp. nízka hodnota abrázie je dôležitá z hľadiska zamedzenia vzniku prchavých častíc v procese a obmedzenia nebezpečenstva výbuchu prachových častíc [7].



Obr. 2 Vznik abrazívnych častí z peletiek [12].

STANOVENIE HUSTOTY

Merná hmotnosť je dôležitým ukazovateľom kvality výlisku z hľadiska manipulácie, pevnosti (doby horenia), objemovej a tvarovej stálosti (absorpcie vzdušnej vlhkosti) [7].

Vzorku umiestnime do stabilných klimatických podmienok. Pribežne meriame a vyhodnocujeme jej hmotnosť. Ak sa v priebehu posledných 24 hodín zmení hmotnosť najviac 0,1%, pokladáme stav vzorky za ustálený. Dosiahnutú hmotnosť stanovíme ako hmotnosť vzorky m_N [5].

Na vzorke potom zmeriame s presnosťou 1% geometrické rozmery vzorky. Z nameraných geometrických rozmerov vypočítame objem vzorky VN. Z takto určených hodnôt vypočítame mernú hustotu vzorky [5].

PEVNOSŤ V TLAKU

Pevnosť v tlaku zaisťuje lignín, ktorý obsahuje každá biomasa. Táto zložka biomasy pôsobí ako spojivo a ochranný povlak biopaliva. Na povrchu výlisku sa vytvorí tzv. ochranná kôra ktorá bráni absorpcii vlhkosti z okolia. Na uvoľnenie lignínu z materiálu je potrebný dostatočný lisovací tlak resp. lisovacia teplota. Pri nedostatočnom tlaku dochádza k prenikaniu vlhkosti do výlisku, rozrušenie súdržnosti výrobku a degradácii a vznik abrázie. Ak dochádza k abrázii dreveného alebo slamového prachu ten môže spôsobiť v určitých koncentráciách so vzduchom výbuch [7].

OTER

V európskej norme EN 15210-1 a v rakúskej norme ÖNORM M 7135, sa oter stanovuje na zariadení "Ligno-tester". Skúšobná vzorka sa pred skúškou pripraví tak, že sa zo skúšaného materiálu odstráni jemné častice. Toto sa uskutoční pomocou sita s otvormi 3,15 mm. Skúška sa robí so vzorkou $100 \pm 0,5$ g peletiek, po odstránení drobných úlomkov vyžlie uvedeným spôsobom.

Odvážená vzorka sa umiestni do skúšobného zariadenia. V zariadení sa vytvorí na 60 sekúnd prúd vzduchu o tlaku 70 mBar. Takto sú peletky namáhané podobne ako pri transporte, nárazom a trením medzi sebou a o steny zariadenia [5]. Hodnota oteru podľa rakúskej normy ÖNORM M 7135 má byť menšia ako 2,3% [6].

STANOVENIE OBSAHU VODY

Obsah vody v biopalive je jeden z najdôležitejších parametrov a priamo ovplyvňuje výhrevnosť daného biopaliva. Stanovenie obsahu vlhkosti v biopalive sa v Slovenskej republike vykonáva podľa normy STN P CENTS 15414.

Ak je obsah vody v biomateriály vyšší, peletky sa z daného materiálu budú nevyrobitelné. V Českej republike sa voda v peletkách a briketách stanovuje ako celková voda podľa normy ČSN P CEN/TS 14774-1 až 3 alebo DIN 51 718. Princíp skúšky je, 500 g vzorky sa suší na plechu v sušiarňi pri teplote 105°C. Pri voľnej biomase ako je napríklad štiepka sa stanovuje tak, biomasa sa predsuší pri teplote 40°C, následne sa rozmelie a opäť sa obsah vody stanoví v sušiarňi pri teplote 105°C [16] [2].

CHEMICKO-TERMICKÉ VLASTNOSTI PELETIEK

STANOVENIE OBSAHU PRVKOV

Obsah ťažkých kovov (arzén, kadmium, meď, ortuť, nikel, olovo atď.) v popole alebo v popolčeku má negatívne dôsledky na životné prostredie. Uskutočňujú sa rôzne analýzy na zisťovanie jednotlivých prvkov v biomase resp. peletkách.

Obsah hlavných prvkov v biopalivách sa robí podľa normy STN EN 15410. Podľa ČSN P CEN/TS 15290 sa stanovujú prvky v biopalivách optickou emisnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou (ICP/OES), hmotnostnou spektrometriou s indukčne viazanou plazmou (ICP/MS) alebo plameňovou absorbnou spektrometriou (AAS). Touto metódou sa stanovujú aj stopové množstvá prvkov podľa normy STN EN 15411 [3].

STANOVENIE OBSAHU PRCHAVÝCH PRVKOV

Medzi dôležité charakteristické vlastnosti, ktoré je potrebné určiť pri peletkách patrí množstvo prchavých prvkov. Prchavé prvky môžu ovplyvniť proces spaľovania a poškodiť spaľovacie teleso. Zjednodušená definícia je: sú to plyny, ktoré vznikajú v palive pri zahriatí paliva na určitú teplotu. Stanovenie prchavých prvkov sa uskutočňuje podľa normy. V českej norme ČSN P CEN/TS 15148 sa prchavé prvky stanovujú v muflovej peci, kde dochádza k zíhaniu za čas sedem minút bez prístupu vzduchu na vysokú

teplotu až 900°C, aby unikli všetky prchavé prvky po karbonizácii. Od finálneho výsledku, ktorý je udávaný v hmotnostných percentách sa musí odpočítať obsah vody vo vzorke. Tým sa získa percentuálny podiel prchavých prvkov v sušine[10].

STANOVENIE OBSAHU POPOLA

Metóda na stanovenie obsahu popola sa uvádza v slovenskej norme STN EN 15403. Stanovujeme aký popol sa bude tvoriť a tým sa predchádza ku poškodzovaniu kachlí dechtom a popolom [9].

Znalosť obsahu popola umožňuje zistiť úbytok biopaliva po spálení. Po rozpustení popola sa v ňom stanovuje obsah prvkov. Obsah popola je u drevených peletiek normalizovaný do 0,5 % m/m a u drevených briek do 1,50 % m/m, avšak hodnota obsahu popola sa mení v závislosti na druhu použitej biomasy a pri nedrevenej biomase sa obsah popola môže pohybovať až do 10 % m/m a viac. Treba zvážiť použitie daného biopaliva v jednotlivých spaľovacích zariadeniach, aby nedochádzalo k poškodeniu zariadenia[3].

Podstatou metódy je naváženie vzorky o hmotnosti 1g a jeho vyžihanie v muflovej peci pri teplote 550°C až do konštantnej hmotnosti. Zbytok ktorý ostane v tégliku sa uvádza v percentách hmotnosti % m/m [3].

Podľa normy sa stanovujú štyri charakteristické teploty popola (popolová vzorka je upravená do tvaru kužeľa, valčeka alebo kvádra).

- Teplota deformácie – DT;
- Teplota meknutia – SST;
- Teplota topenia – HT – pologulovitý tvar;
- Teplota tečenia – FT [7].

STANOVENIE SPALNÉHO TEPLA

Spálne teplo je Q_s , je záporne vzaté izobaricko-izotermické reakčné teplo pri dokonalom spálení jednotkového množstva paliva s kyslíkom, voda sa bude vyskytovať v produktoch horenia v kvapalnom stave. Rozlišujeme spálne teplo pôvodnej vzorky bezvodnej (v hmotnosti je zahrnutý aj popol) a spálne teplo horľaviny (vzťahuje sa len na horľaviny bez popola) [3] [7].

Výhrevnosť Q_f je záporne zobrať izobaricko-izotermické reakčné teplo pri dokonalom spálení jednotkového množstva paliva s kyslíkom, s vodou sa uvažuje v plynnom stave.

Spálne teplo sa určuje podľa normy STN EN 15400 a DIN 51 900 časť 1-3 (stanovenie reakčného tepla uvoľneného pri spaľovaní vzorky v kalorimetre v kyslíkovej atmosfére) [7]

ZÁVER

Pelety ako zdroj energie sa stávajú najčastejšie využívaným palivom pre rodinné domy. Dôvodom sú prijateľné vstupné náklady na zariadenie, automatizovaná prevádzka a vysoká miera účinnosti. Vstupná biomasa je upravovaná a homogenizovaná, aby spĺňala jednotlivé požiadavky vyplývajúce z noriem. Vlastnosti biomasy vo forme peliet sa neustále skúmajú, nakoľko celosvetové zásoby fosílnych palív sa neustále znižujú, hľadajú sa adekvátne náhrady s požadovanými vlastnosťami. Na stanovenie fyzikálno-mechanických a chemicko-termických vlastností peliet sa využívajú postupy uvedené v jednotlivých normách. Pri preprave, manipulácii a skladovaní peliet môže dochádzať k vytváraniu prachových častíc, ktoré môžu viesť k vzniku nebezpečnej výbušnej atmosféry. Skúmaniu jednotlivých nebezpečných atmosfér, mechanických a chemicko-tepelných vlastností peliet sa venuje aj laboratórium spaľovacích procesov na MTF STU so sídlom v Trnave. ÚBEI skúma jednotlivé procesy, ktoré môžu nastať pri výrobe, manipulácii, preprave a následnom spaľovaní peliet. Navrhujeme opatrenia na zabránenie vzniku nebezpečných situácií so zreteľom na ochranu zdravia a majetku ľudí.

POUŽITÁ LITERATÚRA:

- [1] MALAŤÁK, J., VACULIK, P. *Biomasa pro výrobu energie*. Praha: powerprint s.r.o., 2008. ISBN 978-80-213-1810-6
- [2] European Pellet Council: *Handbook for the Certification of Wood Pellets or Heating Purposes*. Brussel: Renewable energy house, apríl 2013.
- [3] KOTLÁNOVÁ, Alice: *Metody zkoušení fyzikálně-chemických vlastností tuhých biopaliv*. Biom.cz [online]. [cit. 2013-09-04; 13:55 SEČ] Dostupné na internete: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/metody-zkouseni-fyzikalne-chemickych-vlastnosti-tuhych-biopaliv>. ISSN: 1801-2655
- [4] STUPAVSKÝ, Vladimír: *Kvalita pelet - certifikace a normy pro pelety*. Biom.cz [online]. 2010-01-01 [cit. 2013-06-01]. Dostupné na internete: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kvalita-pelet-certifikace-a-normy-pro-pelety>. ISSN: 1801-2655.
- [5] MIKULÁŠ Miroslav: *Stanovenie parametrov peletiek* [online]. 2006-01-01 [cit. 2013-06-01]. Dostupné na internete: http://www.peletky-brikety.sk/stanovenie_parametrov.php
- [6] SLAVÍK ml., Jan, HUTLA, Petr, KÁRA, Jaroslav: *Vliv složení směsi na vlastnosti topných pelet*. Biom.cz [online]. 2006-03-29 [cit. 2013-06-03]. Dostupné na Internetu: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/vliv-slozeni-smesi-na-vlastnosti-topnych-pelet>. ISSN: 1801-2655.
- [7] JANÍČEK, J. *Výroba pelet*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 85 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Marek Baláš, Ph.D [cit. 2013-06-03]. Dostupné na internete: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/2596/2011_DP_Janicek_Jakub.pdf?sequence=1



- [8] VERNER, Vladimír: *Alternativní pelety*. Biom.cz [online]. 2007-12-31 [cit. 2013-06-03]. Dostupné na internete: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/alternativni-pelety>. ISSN: 1801-2655.
- [9] State-of-the-art Equipment and Testing Facilities [online]. [cit. 2013-06-04]. Dostupné na internete: <http://www.unb.ca/fredericton/forestry/wstc/cbec/aboutus/facilities/index.html>
- [10] KOLONIČNÝ, Jan: *Emise při spalování biomasy*. Biom.cz [online]. 2010-06-07 [cit. 2013-06-05]. Dostupné na Internet: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/emise-pri-spalovani-biomasy-2>. ISSN: 1801-2655.
- [11] ŠOOŠ, L., MATÚŠ, M., KRIŽAN, P.: *ŠTANDARDIZÁCIA TUHÝCH UŠLACHTILÝCH BIOPALÍV* [online]. [cit. 2013-06-05]. Dostupné na internete: http://www.biomass-energy.eu/files/Standardizacia_tuhych%20uslachtenych_biopaliv.pdf
- [12] THOMAS M. a kol.: *Physical quality of pellet animal food: 1. Criteria for pellet quality*. Netherlands, 1995.

ADRESY AUTOROV:

Ing. Jozef HORVÁTH, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 91724 Trnava, Slovenská republika, e-mail: jozef_horvath@stuba.sk

prof. Ing. Karol BALOG, PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 91724 Trnava, Slovenská republika, e-mail: karol.balog@stuba.sk

Dipl.-Ing. Siegfried HIRLE,

♦ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta STU so sídlom v Trnave, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 91724 Trnava, Slovenská republika

♦ Kapellen Str. 8, D-96 110 Schesslitz, Bundesrepublik Deutschland, e-mail: hirle.sv-brandschutz@t-online.de; siegfried.hirle@stuba.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.